



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 41 02 576 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 01 B 17/02  
G 01 B 17/00  
G 21 C 21/02  
G 21 C 17/06

②1 Aktenzeichen: P 41 02 576.8  
②2 Anmeldetag: 29. 1. 91  
④3 Offenlegungstag: 8. 8. 91

DE 41 02 576 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
05.02.90 US 474898

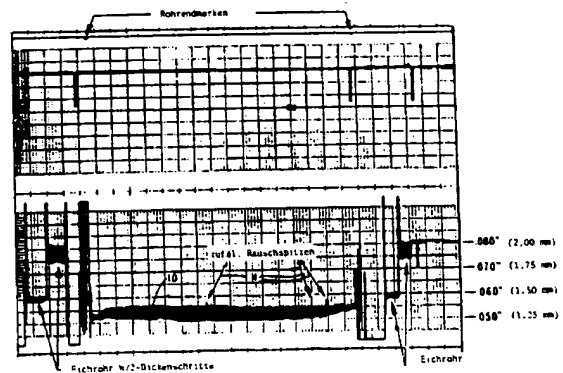
⑦1 Anmelder:  
Westinghouse Electric Corp., Pittsburgh, Pa., US

⑦4 Vertreter:  
Schroeter, H., Dipl.-Phys.; Fleuchaus, L., Dipl.-Ing.;  
Lehmann, K., Dipl.-Ing., 8000 München; Wehser, W.,  
Dipl.-Ing., 3000 Hannover; Gallo, W., Dipl.-Ing. (FH),  
Pat.-Anwälte, 8900 Augsburg

⑦2 Erfinder:  
Pleinis, Michael James, Ogden, Utah, US; Allen,  
David Mark, Brigham City, Utah, US

⑤4 Verfahren zur Bestimmung der Dicke und der Eigenschaften eines gemeinsam mit einem Zirkonium-Außenrohr stranggepreßten Zirkonium-Innenrohrs durch Ultraschallprüfung

⑤7 Messung der Dicke eines Innenrohrs, welches von einem damit gemeinsam stranggepreßten Außenrohr umgeben ist, mittels eines modifizierten Ultraschallprüfungsverfahrens. Jenseits beider Seiten eines Zeitgatters, welches in der Breite mit der Breitenveränderung des Innenrohrs entlang dessen Länge schwankt, werden Fremdsignale abgeblockt. Dies ermöglicht die Erkennung eines sehr schwachen Signals als das Echosignal von der Grenzfläche zwischen beiden Rohren, und mit anderen stärkeren Signalen, welche die Innenoberfläche des Innenrohrs repräsentieren, sind die Innenrohrdicke und die geometrischen Eigenschaften bestimmbar.



DE 41 02 576 A 1

Die Erfindung betrifft ein Ultraschallprüfungsverfahren zur Bestimmung der Dicke und der Eigenschaften eines von einem Außenteil umgebenen Innenteils, und zwar an verschiedenen Punkten entlang der Länge, über die sich beide Teile erstrecken, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die hier interessierende Ultraschallprüfung ist altbekannt. Die für die Durchführung des Prüfverfahrens erforderlichen Schallköpfe und Meßwertaufnehmer sind im Handel erhältlich. Zum Abblocken bestimmter unerwünschter Signale sind in Verbindung mit dem Meßwertaufnehmer Zusatzgeräte erhältlich, wobei ein Bandschreiber anschließbar ist, so daß die aufgezeichneten Dicken und Eigenschaften visuell verfolgt werden können und das Banddiagramm aufbewahrt werden kann. Desweiteren ist es üblich, den Meßwertaufnehmer mit einer Kathodenstrahlröhre zu verbinden, um die Signale im Zeitpunkt der Aufnahme am Bildschirm sichtbar zu machen. In bestimmten Fällen, in denen die Signalstärken verschiedener Signale sehr verschieden sind, also ein sehr schwaches kritisches Signal und andere sehr starke Signale vorliegen, können sich jedoch Störungen durch Fremdsignale soweit ausbreiten und so stark werden, daß eine effektive Messung unmöglich wird.

Dies ist der Grund dafür, das die ansonsten übliche Technik der Ultraschallprüfung bisher nicht zur Anwendung gebracht wurde, wenn es darum, ging, ein Ultraschallsignal von der Grenzfläche zwischen einem Zirkonium-Außenrohr und einem damit gleichzeitig stranggepreßten Zirkonium-Innenrohr aus sehr ähnlichem Material und in gleicher Weise ein Ultraschallsignal von der Innenfläche des Innenrohres zu empfangen, um aus beiden Signalen die Dicke und die Eigenschaften des Innenrohres zu bestimmen, und zwar aufgrund der Wegzeit der Ultraschallwellen zwischen beiden Signalen, was der üblichen Verfahrensweise entspräche. Das von der Grenzfläche zwischen beiden Rohren reflektierte Ultraschallsignal ist hier im Vergleich zu anderen Signalen und auch Störsignalen so schwach, daß es nicht isoliert werden kann, was bedeutet, daß die Dicke des Innenrohres auf diese Weise nicht bestimmbar ist.

Für die Kernreaktor-Industrie, welche mit solchen gemeinsam stranggepreßten Zirkonium-Rohren zur Befüllung mit Kernbrennstoff zu arbeiten hat, ist es aber wichtig, daß die Dicke des Innenrohres entlang der Rohrlänge etwa gleichmäßig ist, und daß die Messung dieser Dicke möglichst zerstörungsfrei lediglich durch das Abtrennen der Rohre an den ohnehin zur Abtrennung vorgesehenen Stellen durchführbar ist. Grundsätzlich wäre hierfür die Anwendung der Ultraschallprüfung geeignet, was aber, wie oben beschrieben, aus praktischen Gesichtspunkten als unmöglich angesehen wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mit dessen Hilfe brauchbare Messungen der Dicke und der Eigenschaften eines gemeinsam mit einem Zirkonium-Außenrohr stranggepreßten Zirkonium-Innenrohr erzielbar sind.

Diese Aufgabe wird durch das im Anspruch 1 gekennzeichnete Verfahren gelöst.

Das die Grenzfläche zwischen Außenrohr und Innenrohr darstellende, sehr schwache Ultraschallsignal wird nach der Erfindung vor dem "Verlorengehen" unter dominanteren Fremdsignalen dadurch bewahrt, daß diese Fremdsignale auf beiden Seiten eines zwischen den bei-

den kritischen Signalen verlaufenden Zeitgatters und vorzugsweise auch innerhalb dieses Zeitgatters derart abgeblockt werden, daß ein gegenüber dem Rauschhintergrund brauchbares Signal erhalten wird, welches erkennbar und meßbar ist, wobei sich der Schallprüfkopf und das Rohr während der Messung relativ zueinander bewegen. Dies wird durch die Installierung eines Signal-Abblockgatters erreicht, welches strategische Bereiche und nicht nur lediglich einen Signalebereich überspannt, wie das bei herkömmlichen und im Handel erhältlichen Abblockgatterausstattungen der Fall ist. Das an sich übliche Zeitgatter wird eingerichtet, um die Zeit zu messen, die die Ultraschallwellen für den Weg von der Grenzfläche beider Rohre zur Innenfläche des Innenrohres benötigen.

Ein Merkmal einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung stellt ein Abblockgatter für innerhalb des Zeitgatters auftretende Fremdsignale dar. Durch Bewertung des Banddiagramms können nämlich vorübergehend auftretende Rauschsignale sehr kurzer Dauer, welche zufällig und als Spitzen auftreten, als irrelevant entlarvt und für die Messung ignoriert werden. Wenn die Anlage entsprechend computerisiert ist, kann dies auch durch Computeranalyse geschehen.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigt

Fig. 1 etwas vergrößert eine Gesamtdarstellung eines typischen Banddiagramms, welches bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens aufgenommen worden ist und die Dicken und verschiedenen Eigenschaften eines Zirkonium-Innenrohres entlang der Länge eines Zirkonium-Außenrohres zeigt,

Fig. 2 schematisch ein Schirmbild einer Kathodenstrahlröhre, welche die vom Ultraschallmeßgerät gewonnenen Signale anzeigt, wobei das Echosignal der Grenzfläche zwischen beiden Rohren als solches und andere Signalebereiche in ähnlicher Weise identifiziert ist bzw. sind, und

Fig. 3 eine ähnliche schematische Darstellung, welche das Innenrohr-Grenzflächensignal, eine Distanz/Amplituden/Korrekturkurve, das Zeitgatter, und Abblockgatter darstellt.

Die gegenwärtig denkbar beste Ausführungsform der Erfindung beinhaltet einen an sich bekannten, mit Rädern ausgestatteten Schlitten (nicht dargestellt), um einen kardanisch aufgehängten Ultraschall-Prüfkopf zu tragen und diesen entlang des Rohres derart zu verfahren, daß eine enge geometrische Beziehung zwischen Prüfkopf und Grenzfläche zwischen Außen- und Innenrohr aufrecht erhalten werden kann. Da die Rohre der hier interessierenden Art nicht hundertprozentig zylindrisch, sondern an verschiedenen Punkten entlang deren Länge leicht gebogen sind, ist der Schlitten vorzugsweise an entsprechend wichtigen Stellen mit Federn ausgestattet, damit diese eine durch ungleichmäßige Drehung des Rohres verursachte Staucherscheinung absorbieren können.

Ultraschall-Prüfköpfe, Ultraschall-Meßwertaufnehmer und Abblend-Zusatzgeräte usw. sind im Handel erhältlich und dem Fachmann hinlänglich bekannt, so daß eine detaillierte Beschreibung dieser Teile nicht notwendig ist.

Im vorliegenden Fall wird ein 10-MHz-Ultraschall-Prüfkopf mit einer Brennweite von ca. 150 mm und ein Ultraschall-Rißprüfgerät verwendet, welches sich zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens als äußerst zufriedenstellend erwiesen haben. Das Rißprüfge-

rät besitzt zunächst ein einziges Abblockgatter und wird mit zwei weiteren Signal-Abblockgattern ausgestattet, um es so zu modifizieren, daß dominante Rauschsignale mit hoher Frequenz und unerwünschte Signale mit längerer Dauer als die der erwünschten Signale herausgefiltert werden, damit diese keinen störenden Einfluß mehr haben.

Die Geräte zum Abblocken der Signale sind derart konstruiert und arrangiert, daß Ultraschall-Fremdsignale abgeblockt werden, welche überall auf beiden Seiten des sehr schwachen, die Grenzfläche zwischen Außenrohr und Innenrohr darstellenden Signals auftreten. Die Bereiche, in denen solche Signale auftreten können, erstrecken sich wenigstens zwischen der Grenzfläche und der inneren Zylinderfläche des Rohrerzeugnisses, wobei die innere Fläche ein relativ starkes Signal ergibt, und zwischen der Grenzfläche und der äußeren Zylinderfläche des Rohrerzeugnisses, wobei wiederum die Außenfläche ein relativ starkes Signal ergibt. Die Geräte zum Abblocken der Signale sind auch so arrangiert, daß alle Rauschsignale vom hohlen Inneren des Rohres abgeblockt werden, wie die Kathodenstrahlröhre des Geräts zeigt.

Diese hierfür benötigten Geräte zum Abblocken sind im Handel erhältlich. Wiederum haben solche Geräte zunächst nur ein Haupt-Abblockgatter, wobei zwei weitere Abblockgatter entsprechend der Erfindung eingebaut werden, um somit das erfindungsgemäße Verfahren ausführen zu können. Obwohl es das oben beschriebene Abblocken ermöglicht, das sehr schwache Signal von der Grenzfläche beider Rohre zu orten und ihm zu folgen, treten, wie oben bereits erwähnt, zufällige, momentane, dominante Fremdsignale auf, welche zu ignorieren sind.

Man muß bedenken, daß das Zirkonium-Außenrohr und das Zirkonium-Innenrohr fast aus identischen Metallen besteht. Das Außenrohr besteht aus einer als "Zirkaloy 2" bekannten Legierung mit einem Maximalgehalt von ungefähr 1,7% Zinn, 0,2% Eisen, 0,15% Chrom und 0,09% Nickel und das Innenrohr besteht im wesentlichen aus reinem Zirkonium. Deshalb ist bisher keine allgemein verwendbare Methode gefunden worden, solche miteinander stranggepreßten Zirkonium-Rohre zerstörungsfrei auf Gleichförmigkeit ihrer Innenrohrdicke zu prüfen; das durch die Grenzfläche beider Rohre hervorgerufene sehr schwache Ultraschallsignal hat die Anwendung von herkömmlichen Ultraschallprüfverfahren verhindert.

Ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren aufgenommenes, typisches Banddiagramm, welches die Dicke und die Eigenschaften des Innenrohres entlang der Länge des damit gemeinsam stranggepreßten Außenrohres sowie des Innenrohres anzeigt, ist in Fig. 1 dargestellt, wobei die Innenrohrdicke durch die entsprechenden Lagen der Kurve 10 in den entsprechenden Diagrammabschnitten dargestellt wird. Zwischen je zwei Teilstrichen des Diagrammpapiers seien 0,025 mm. Momentane, dominante Fremdsignale treten als Spitzen 11 auf und werden beim Lesen des Diagramms ignoriert. Im unteren Teil der Figur ist ein typisches Zweischritt-Standardabstastdiagramm gezeigt, welches zur Kalibrierung geeignet ist.

Fig. 2 zeigt ein typisches Schirmbild einer Kathodenstrahlröhre eines Ultraschall-Rißprüfgeräts, wobei das Echosignal 12 der Grenzfläche zwischen beiden Rohren zwischen zwei Signalgruppen deutlich hervorsteht, von denen die eine Signalgruppe 13 das Echo der Rohraußen- seite und die andere Signalgruppe 14 dasjenige der

Rohrinnenseite, d. h. des Innendurchmessers repräsentiert.

In Fig. 3 ist eine ähnliche Anzeige dargestellt, und zwar mit Abstands/Amplituden/Korrekturkurven 15, wobei das Signal 12 der Grenzfläche beider Rohre, ein Zeitgatter 16, ein Haupt-Abblockgatter 17, ein zweites Abblockgatter 18 und ein drittes Abblockgatter 19 gezeigt sind.

Das Zeitgatter 16 variiert in seiner Weite entsprechend der verstrichenen Zeit bei Wanderung des Ultraschalls von der Grenzfläche beider Rohre zur Innenfläche des Innenrohres und es steuert den Stift des Band-schreibers. Das aufgenommene Diagramm 10 repräsentiert verläßlich die Ultraschallwelle, welche die Dicke des Innenrohres vermißt, wobei die Dicke des Innenrohres entlang jedes Punktes dessen Länge durch die Lage der Kurve 10 auf dem Banddiagramm angezeigt wird. Die Breite der aufgenommenen Kurve 10 zeigt die Exzentrität des Querschnitts des Innenrohres an jedem beliebigen Punkt an; je breiter die Kurve ist, desto größer ist die Exzentrität des Innenrohres.

Das Haupt-Abblockgatter 17, dessen rechte Grenze einstellbar ist, um Raum für das Signal 12 zu schaffen, blockt starke Signale auf der linken Seite in Fig. 3 ab, welche das Grenzflächensignal 12 überdecken und nicht unterscheidbare Signale schaffen würden, und das Abblockgatter 19 bewirkt das gleiche auf der rechten Seite des Zeitgatters 16 in Fig. 3. Das Abblockgatter 19, dessen linke Grenze einstellbar ist, um Raum für die Signale 14 zu schaffen, blockt Signale ab, deren Dauer kürzer als eine gegebene Zeit, z. B. 2 oder 3 Millisekunden ist.

Die linke und rechte Grenze des Zeitgatters 16 sind jeweils frei und fließen, so daß das linke Ende der Kurve 10 eine Minimaldicke des Innenrohres und das rechte Ende eine Maximaldicke anzeigt, wobei somit die Charakterisierung durch Minimal- und Maximaldicke des Erzeugnisses für potentielle Kunden erhältlich ist. Der Abstand zwischen dem Signal 12 und der Signalgruppe 14 entspricht dem Maß der Dicke des Innenrohres. Das Abblockgatter 18 muß enger als das Zeitgatter 16 gehalten werden, wobei es andererseits so groß wie möglich sein soll. Seine linke Grenze ist mit dem Signal 12 verbunden und seine rechte Grenze wird gut innerhalb des Zeitgatters 16 gehalten, und zwar durch manuelles Einstellen des Geräts aufgrund visueller Beobachtung der sich verändernden Breite des Zeitgatters 16, was auf dem Bildschirm der Kathodenstrahlröhre als ein erleuchtetes Rechteck zu erkennen ist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der Wandstärke und der geometrischen Eigenschaften eines Zirkonium-Innenrohres, welches von einem damit gemeinsam stranggepreßten Zirkonium-Außenrohr umgeben ist, und zwar entlang deren gemeinsamer Länge, **gekennzeichnet**, durch die Verfahrensschritte: kontinuierliches Aufbringen von Ultraschall auf die Außenfläche des sich drehenden Außenrohres bei gleichzeitigem Bewegen in Längsrichtung derart, daß Echosignale (12, 14) erzeugt werden, welche der Grenzfläche zwischen Außenrohr und Innenrohr bzw. innerer Oberfläche des Innenrohres entsprechen; Auffangen eines relativ schwachen Ultraschall-Echos von der Grenzfläche zwischen beiden Rohren und eines stärkeren Ultraschall-Echos von der Innenoberfläche des Innenrohres, wodurch dazwischen eine variable Zeitzone (16)

gebildet wird, welche der Dicke und den geometrischen Eigenschaften des Innenrohrs an sukzessiven Punkten entlang der Bewegungstrecke der Ultraschall-Aufbringung entspricht, wobei Fremdsignale jenseits beider Seiten der und innerhalb der Zeitzone (16) durch entsprechende Abblockgatter (17, 18, 19) abgeblockt werden, 5

Verblocken derjenigen Seite des Abblockgatters (18), die innerhalb der Zeitzone und benachbart zum aufgefangenen Zwischenflächen-Echosignal (12) liegt, mit dem Zwischenflächen-Echosignal (12); Einstellen beider Seiten dieses Abblockgatters (18) von Zeit zu Zeit derart, daß das Abblockgatter (18) einen maximalen Bereich der Zeitzone (16) überstreicht, aber enger als die Zeitzone (16) ist. 15

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aufgefangenen Ultraschallechos (12, 13, 14) von der Grenzfläche und von der Innenoberfläche des Innenrohrs, sowie der Außenoberfläche des Außenrohrs auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre dargestellt werden. 20

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abstands/Amplituden/Korrekturkurve (15), die Zeitzone (16) und die Abblockgatter (17, 18, 19) auf dem Bildschirm dargestellt werden. 25

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem Bandschreiber eine Kurve (10) aufgezeichnet wird, welche die Innenrohrstärke und die geometrischen Eigenschaften darstellt, wobei der Schreibstift des Bandschreibers durch die Ultraschallsignale der Zeitzone (16) gesteuert wird. 30

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß alle momentanen dominanten Rauschsignale (11), welche durch die Abblockgatter nicht abgeblockt werden, als irrelevant ignoriert werden. 35

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenrohr aus einer Zirkoniumlegierung und das Innenrohr im wesentlichen aus reinem Zirkonium besteht. 40

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich verändernde Breiten der Zeitzone (16) auf dem Bildschirm der Kathodenstrahlröhre dargestellt werden und daß das Abblocken von Fremdsignalen (11) innerhalb der Zeitzone (16) von Zeit zu Zeit derart eingestellt wird, daß das entsprechende Abblockgatter (18) in jedem Fall enger als die Breite der Zeitzone (16) ist. 50

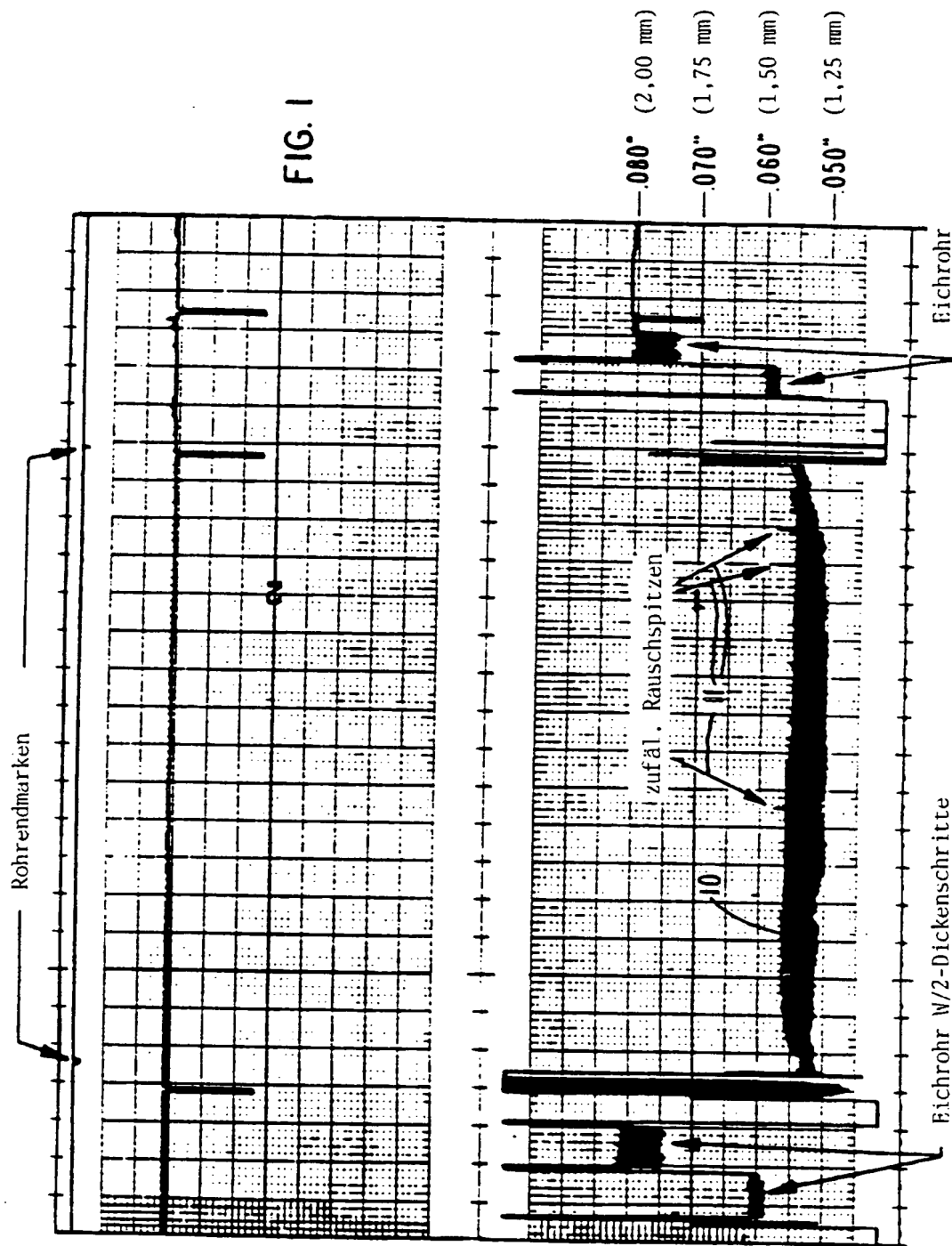
Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

Nummer: DE 41 02 576 A1  
Int. Cl.<sup>5</sup>: G 01 B 17/02  
Offenlegungstag: 8. August 1991



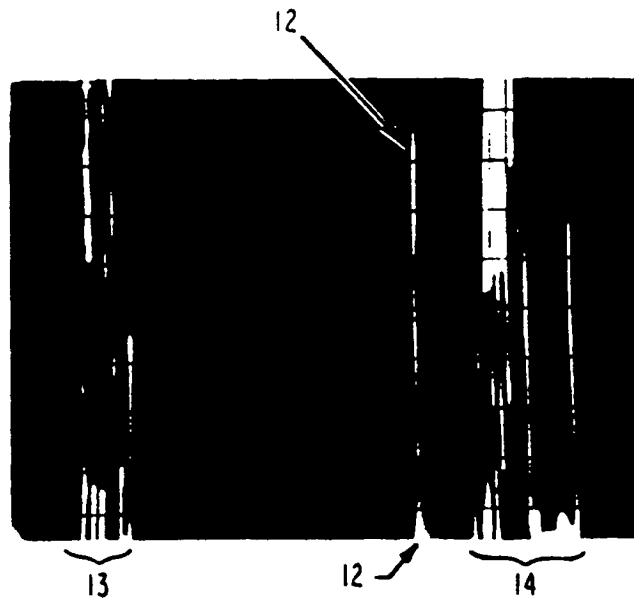


FIG. 2

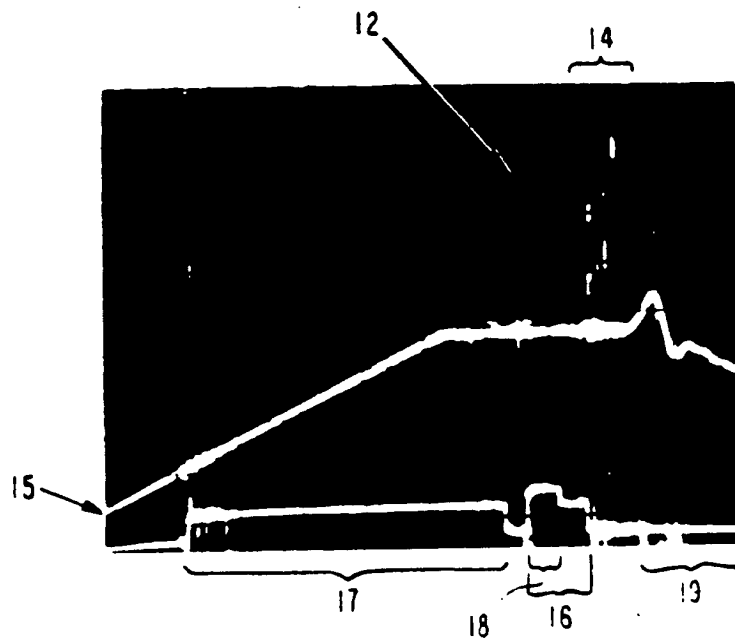


FIG. 3

**Method of ultrasonically measuring thickness and characteristics of zirconium liner coextruded with zirconium tube**

Patent Number: US4991440  
Publication date: 1991-02-12  
Inventor(s): PLEINIS MICHAEL J (US); ALLEN DAVID M (US)  
Applicant(s): WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP (US)  
Requested Patent: DE4102576  
Application Number: US19900474898 19900205  
Priority Number(s): US19900474898 19900205  
IPC Classification: G01B17/02; G01N29/00  
EC Classification: G01B17/02C, G01N29/06C2B, G01N29/06C2C, G01N29/10E, G01N29/18  
Equivalents: FR2657960, JP6331341, SE510077, SE9100225

**Abstract**

A coextruded zirconium tube and tube liner are monitored along their lengths by well known ultrasonic measurement techniques that are modified by the blocking out of extraneous signals at opposite sides of a timing gate that varies in width according to variations in the width and shape characteristics of successive points along the length of such coextruded tube and liner. The blocking of such extraneous signals enables a normally very weak signal representing the interface between tube and tube liner to be identified and used, together with a group of stronger signals representing the inner surface of the tube liner, in monitoring tube liner thickness and characteristics by a sonic wave traversing the distance across the timing gate.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP  
ATTORNEYS  
3000 KENNEDY BLVD  
PITTSBURGH, PA 15201  
TEL: (412) 326-7000  
FAX: (412) 326-7001

DOCKET NO: MOH-P010006

SERIAL NO: \_\_\_\_\_

APPLICANT: Martin Dust

**LERNER AND GREENBERG P.A.**

**P.O. BOX 2480**

**HOLLYWOOD, FLORIDA 33022**

**TEL. (954) 925-1100**